

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie



Návrh na produktivnější výrobu průhledítka pro chemický průmysl

Proposal for more productive manufacturing of sight glass for chemical industry

Student:

Martin Imrich

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Dr. Ing. Josef Brychta

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Imrich**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Návrh na produktivnější výrobu průhledítka pro chemický průmysl**
Proposal for More Productive Manufacturing of Sight Glass for Chemical Industry

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu výroby.
2. Návrh nového technologického postupu výroby.
3. Technicko-ekonomické porovnání.
4. Závěrečné zhodnocení navrhovaného řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

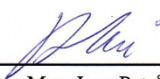
- [1] VASILKO, Karol; NOVÁK-MARCINČIN, Jozef; HAVRILA, Michal. *Výrobné inžinierstvo*. Prešov : Datapress Prešov. 2003, 424 s. ISBN 80-7099-995-0.
- [2] NESLUŠAN, Miroslav; TUREK, Stanislav; BRYCHTA, Josef; ČEP, Robert; TABAČEK, Marian. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábání*. Žilina : EDIS Žilina, 2007. 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [3] HAVRILA, Michal; ZAJAC, Jozef; BRYCHTA, Josef; JURKO, Jozef; *Top trendy v obrábání, I. část – Obráběné materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 205 s. ISBN 80-968954-2-7.
- [4] ZAJAC, Jozef; JURKO, Jozef; ČEP, Robert. *Top trendy v obrábání, II. část – Nástrojové materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 193 s. ISBN 80-968954-2-7.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **prof. Dr. Ing. Josef Brychta**

Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015


Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě15.5.2015.....



podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.

- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odstavec 3).

- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odstavec 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB- TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/198 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 15.5.2015



podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Martin Imrich

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Hlavní 109, Štěpánkovice 747 28

Anotace bakalářské práce

IMRICH, Martin. Návrh na zproduktivnění průhledítka pro chemický průmysl. Ostrava: Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, Fakulta strojní VŠB - Technická univerzita Ostrava 2015 65 stran. Bakalářská práce, vedoucí prof. Dr. Ing. BRYCHTA Josef.

Bakalářská práce je zaměřena na zvýšení produktivity technologie výroby zadané součásti. Zproduktivnění se má uskutečnit vhodnou úpravou strojů, nástrojů a řezných podmínek, jež má k dispozici firma Armatury KLAD s.r.o. Úvod je věnován profilu podniku a popisu samotné součásti. Následně je popsán současný stav výroby, který obsahuje použité stroje, nástroje a stávající technologický postup, jež popisuje jednotlivé výrobní operace. Dále je uveden návrh na nový technologický postup výroby, který obsahuje volbu jiného sledu operací a nástrojů za účelem snížení výrobních časů. Závěr obsahuje porovnání nově navrhované výroby se stávající, co se týče technicko-hospodářského zhodnocení.

Annotation of bachelor thesis

IMRICH, Martin. Proposal for more productive manufacturing of sight glass for chemical industry. Ostrava: Department of cutting and assembly, Faculty of Mechanical engineering VŠB - Technical university of Ostrava 2015 65 pages. Bachelor thesis, head prof. Dr. Ing. BRYCHTA Josef.

This bachelor thesis is focused on more productive manufacturing technology of the specified component. It should be carried out by modifying machines, tools and cutting conditions, which has Armatury KLAD s.r.o. Introduction is devoted to presentation of company Armatury KLAD s.r.o and chosen component. Following is actual manufacturing process, which includes machines, tools and technological process. This technological process describes every single manufacturing operation. The following overes a proposal of a new technological process, which includes individual operation in a different order. It includes new tools, too. Aim is to reduce production times. Conclusion contains techno-economic comparison of new proposed production and actual production.

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	8
Úvod	10
1 Popis podniku a zadané součásti	11
1.1 Profil společnosti ArmatURY KLAD s.r.o.	11
1.2 Technologie obrábění	12
1.3 Volba součásti	12
1.4 Popis průhledítka	13
2 Charakteristika materiálu.....	14
2.1 Značení	14
2.2 Chemické složení.....	15
2.3 Mechanické vlastnosti.....	15
2.4 Ostatní vlastnosti	15
3 Rozbor dosavadního výrobního postupu	15
3.1 Nástroje použité v současném postupu výroby	16
3.2 Dělení materiálu.....	16
3.2.1 Proces dělení materiálu	16
3.2.2 Výrobní stroj.....	16
3.2.3 Výrobní nástroj.....	17
3.3 Soustružení – úvodní.....	18
3.3.1 Proces úvodního soustružení	18
3.3.2 Výrobní stroj.....	20
3.3.3 Výrobní nástroje.....	21
3.4 Frézování	26
3.4.1 Proces frézování	27
3.4.2 Výrobní stroj.....	27
3.4.3 Výrobní nástroje.....	28
3.5 Soustružení.....	30
3.5.1 Proces soustružení	30
3.5.2 Výrobní stroj.....	31
3.5.3 Výrobní nástroje.....	32
3.6 Vrtání.....	35
3.6.1 Proces vrtání.....	35
3.6.2 Výrobní stroj.....	35

3.6.3	Výrobní nástroj.....	37
3.7	Zámečnická práce.....	38
3.8	Montáž	38
4	Stávající technologický postup výroby	39
4.1	Soustružení na CNC soustruhu	40
4.2	Frézování	40
4.3	Soustružení.....	41
4.4	Vrtání.....	41
5	Návrh nového technologického postupu výroby	42
5.1	Popis návrhu produktivnější technologie.....	42
5.2	Volba strojů pro produktivnější výrobu	42
5.2.1	Soustružení na CNC	43
5.2.2	Frézování na CNC	43
5.3	CNC frézování.....	44
5.3.1	Proces frézování	44
5.3.2	Výrobní stroj.....	44
5.3.3	Výrobní nástroje.....	45
6	Nově navržený technologický postup výroby	51
6.1	Soustružení na CNC soustruh	51
6.2	Frézování na CNC centru	52
6.3	Soustružení.....	53
7	Technicko - ekonomické zhodnocení	53
7.1	Současná technologie výroby.....	54
7.2	Nově navržená technologie výroby.....	56
7.3	Závěr technicko – ekonomického zhodnocení.....	58
	Závěr.....	60
	Poděkování.....	61
	Použitá literatura.....	62
	Seznam příloh.....	65

Seznam použitých symbolů a zkratek

Značka	Význam	Jednotka
A	tažnost	[%]
Al ₂ O ₃ , TiCN, TiN	povlakové slitiny	[-]
ANSI, ASTM, ČSN, DIN, EN, ISO	norma	[-]
a, d, d ₁ , l, (l), s	rozměry destičky nože	[mm]
ap	hloubka řezu	[mm]
a _r , a, b, d, f, h, h ₁ , f, f ₁ , l ₁ , l ₂	rozměry držáku nože	[mm]
C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Co, Al, Ti	chemické prvky	[-]
CNC	počítačem řízený stroj	[-]
CVD	chemická depozice s plynné fáze	[-]
D	průměr polotovaru	[mm]
D, dH7, D ₁ , d ₁ , L, b, t	rozměry VBD frézy	[mm]
Dm7, L, l ₁ , l ₂ , l ₃ , dh6	rozměry monolitního vrtáku	[mm]
D ₁ , D ₄ , D ₇ , L ₁ , L ₂ , L ₃	rozměry VBD vrtáku	[mm]
D ₁ , S ₁	rozměry destičky vrtáku	[mm]
D, H, d	rozměry HSS frézy	[mm]
D, L, l	rozměry HSS vrtáku	[mm]
d, d ₁ , L	rozměry středicího vrtáku	[mm]
d _{max} , d _{min} , l ₁ , d ₁	rozměry záhlubníku	[mm]
dH7	vnitřní průměr frézy	[mm]
DN	jmenovitá světlost	[mm]
D _{min}	minimální Ø otvoru	[mm]
f	posuv	[mm]
f _z	posuv na zub	[mm]
f _n	posuv na otáčku	[mm]
Hb	tvrdost dle Brinella	[-]
HSS	rychlořezná ocel	[-]
i	počet záběrů	[-]
KV	nárazová práce	[J]
ks	kus	[-]
L, B, H, V	rozměry stroje	[mm]

$L, l_1, l_2, l_3, dh_6, d_1$	rozměry VBD vrtáku	[mm]
l, d, s, d_1	rozměry destičky frézy/vrtáku	[mm]
l_n	délka náběhu	[mm]
l_p	délka přeběhu	[mm]
l_1, l_2, d, a	rozměry HSS závitníku	[mm]
m	hmotnost	[kg]
MT-CVD	CVD při nízkých teplotách	[-]
M_{xx}	metrický závit	[mm]
n	otáčky	$[\text{min}^{-1}]$
$P, d_2, l_1, l_2, l_3, l_4, a$	rozměry závitníku	[mm]
P, M, K	třídy ocelí	[-]
PN	jmenovitý tlak	[bar]
PVD	fyzikální depozice z plynné fáze	[-]
R_a	aritmetická drsnost	[-]
R_m	mez pevnosti	[MPa]
$R_{p0,2}$	mez kluzu	[MPa]
$R_{p1,0}$	mez kluzu	[MPa]
R_x	rádus	[mm]
r_E, R_E	rádus špičky	[mm]
s.r.o.	společnost s ručením omezením	[-]
t_{\max}	maximální vyložení VBD	[mm]
VBD	vyměnitelná břitová destička	[-]
v_c	řezná rychlost	$[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$
v_f	posuvová rychlost	$[\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}]$
z	počet zubů	[-]
\emptyset	průměr	[mm]

Úvod

Bakalářská práce se zabývá tématem, jak zproduktivnit výrobu průhledítka, které se využívá v chemickém průmyslu. Konkrétně se jedná o změnu technologie výroby základního dílu celé sestavy průhledítka, tedy samotného tělesa. Tato součást je složená jak z rotačních, tak z prizmatických tvarů, z čehož vyplývá obrábění na několika různých strojích. Práce je zaměřena na zvolení vhodnější výroby, pomocí změny řezných podmínek, volby nástrojů a popřípadě i obráběcích strojů. Výsledkem by měla být rychlejší výroba tohoto dílu, pomocí zkrácení výrobních časů. Zkrácení výrobních časů dosáhneme zvýšením řezných podmínek. Samozřejmě je kladen důraz také na snížení výrobních nákladů.

Úvod této práce je věnován představení podniku, ve kterém se toto průhledítko vyrábí, tedy firmě Armatury KLAD s.r.o. V úvodu je také popsáno, co to vlastně průhledítko je.

V další kapitole je popsán současný stav výroby tělesa průhledítka, jenž zahrnuje obecný postup výroby při jednotlivých operacích, použité nástroje a stroje používané k jeho výrobě. Dále také samozřejmě materiál (jeho chemické složení a mechanické vlastnosti) z něhož je průhledítko vyrobeno. Práce taktéž obsahuje technologický postup současného stavu výroby.

Dalším bodem je můj návrh na zproduktivnění výroby průhledítka, pomocí změny řezných podmínek, změny technologie výroby a také pomocí využití nového stroje, který nedávno přibyl do strojového parku podniku. Taktéž je zde obsažen technologický postup mnou navržené výroby.

Závěr obsahuje technicko-ekonomické zhodnocení obou postupů výroby, jak stávajícího, tak mého navrhovaného, včetně jejich porovnání.

Konkrétně zadané průhledítko bylo vyrobeno pro firmu, která vyrábí hnojiva. Jedná se o ruskou firmu Acron, která sídlí ve městě Veliký Novgorod. Zakázka byla v objemu 14 kusů. Tato průhledítka do chemického průmyslu jsou z nerezové oceli. Ovšem firma Armatury KLAD s.r.o. vyrábí také průhledítka z uhlíkové oceli, které se dělají ve větších výrobních objemech a mají využití tam, kde není potřeba vysoké chemické odolnosti.

Průhledítka se používají pro vizuální kontrolu průtoku kapalin a jiných médií v potrubí. V určitém případě je možno pomocí průhledítek namontovaných ve svislém potrubí odhadnout i množství protékajícího média.

1 Popis podniku a zadané součásti

1.1 Profil společnosti Armatury KLAD s.r.o.

Společnost Armatury KLAD s.r.o. se zabývá výrobou průmyslových armatur, které jsou určeny pro energetiku, chemický a také plynárenský průmysl. Firma má sídlo v Opavě poblíž Východního nádraží. Jedná se o menší strojírenský podnik, který dodává armatury především na východ, do států bývalého Sovětského bloku.

Společnost datuje vznik do roku 1993, kdy se část managementu bývalého státního podniku Armaturky Minerva (Sigma Opava), rozhodla dále pokračovat ve výrobě průmyslových armatur pod značkou Armatury KLAD. Od založení firma prošla značnou modernizací, která obnáší rekonstrukci výrobních hal, nové výrobní stroje založené na CNC technologii a samozřejmě 3D modelační a simulační programy, což značně urychluje vývoj nových výrobků.

K 1. 9. 2011 společnost zakoupila závod Severočeská armaturka a.s. a stala se vlastníkem veškerých výrobních procesů této společnosti. Rozšířila tak svůj sortiment o nízkotlaké uzavírací, regulační a pojistné ventily, plynové armatury a taktéž plynové stanice.

Mezi hlavní produkty společnosti přesto patří:

- ventily,
- šoupátka,
- kulové kohouty,
- klapky,
- vodoznaky. [6]

Více informací na: www.armatury-klad.cz

1.2 Technologie obrábění

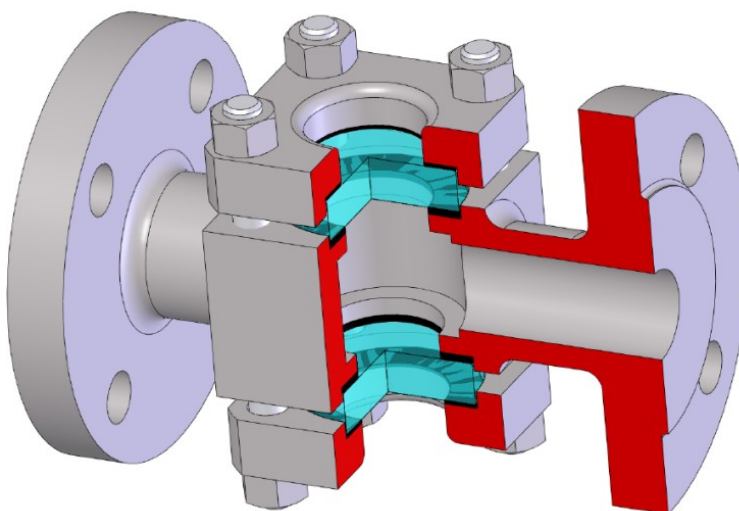
Jedná se o vědní obor, který se zabývá vzájemnými souvislostmi jednotlivých faktorů obráběcího procesu. Obráběcí proces je realizován na daném obráběcím stroji, pomocí daných obráběcích nástrojů a v daném obráběcím prostředí.

Samotné obrábění je technologický proces, při kterém vytváříme povrch obrobku určitého požadovaného tvaru, v daném rozměru, přesnosti a jakosti, a to odebíráním částic materiálu. Toto odebírání se realizuje pomocí mechanických, elektrických nebo chemických účinků, možná je i jejich kombinace (např. elektro-chemické obrábění). [4]

1.3 Volba součástí

Pro tuto práci byla vybrána technologie výroby průhledítka DN 25, PN 40 od firmy Armatury KLAD s.r.o. Sestava průhledítka (obr. 1.1) obsahuje následující komponenty:

- těleso,
- víka,
- závrtné šrouby,
- matice,
- tvrzené skla,
- těsnění horní,
- těsnění spodní,
- štítek.



Obr. 1 Model průhledítka [1]

Těleso, víko a čeřící deska jsou z materiálu F304L/1.4306, závrtný šroub M10 x 45 je z materiálu F304/1.4301. Obě těsnění jsou z materiálu TEMAGRAPH Ti, tvrzené sklo je z borosilikátu, matice M10 dle normy ISO 4032/DIN 934 si firma nevyrábí, ale jsou nakupovány. Sestava také obsahuje štítek, na němž je vyraženo výrobní číslo daného kusu, číslo tavby materiálu tělesa, daný tlak a světlost, pro který je průhledítko určeno. Tento štítek je upevněn na tělese pomocí dvou hřebů Ø 2,6 x 6.

Tento typ průhledítka firmy Armatury KLAD s.r.o. z daného materiálu F304L se používá v chemickém průmyslu. Průhledítka se používají ke sledování a kontrole průtoku daného média v potrubí.

Odběratelem těchto průhledítek DN25, PN40 z materiálu F304L/1.4306 byla ruská firma Acron, sídlící ve městě Veliký Novgorod, jenž se zabývá zpracováním a výrobou hnojiv. Funkce průhledítka je ve vizuální kontrole průtoku média výrobním potrubím s ohledem na předem danou kvalitu proudícího média. Výhodou tedy je, že se kvalita hnojiva vizuálně kontroluje již během výroby.

1.4 Popis průhledítka

Průhledítka jsou používána pro vizuální kontrolu průtoku kapalin v potrubí. V provedení z klasické uhlíkové oceli jsou vhodná pro vodu a ostatní neagresivní média. Při nerezovém provedení tělesa jsou vhodná i pro agresivnější média. Mohou taktéž obsahovat indikátor průtoku. Jako indikátor je používán plovák, klapka, nebo vrtulka. Tyto indikátory nejsou v základní nabídce, ale průhledítka jsou jimi vybavena na přání zákazníka. Pro vyšší teploty se používá sklo, u kterého je z vnitřní strany (blíže k médiu) použita tenká vrstva ochranné slídy. Průhledítka jsou rozdělovány na dva typy. Buďto se jedná o průhledítka koncová (obr. 1.2) nebo průběžná.



Obr. 2 Koncové průhledítko[1]

Tato bakalářská práce je zaměřena na výrobu průběžného průhledítka jakožto průběžné armatury, jež se připojuje do potrubního systému pomocí přírub. Další možnost je, že průhledítka jsou opatřena přivařovacími konci. Příruby jsou buďto dle evropské normy EN 1092-1 nebo dle americké normy ANSI B16.5. Přivařovací konce jsou taktéž buď podle evropské normy EN 12627, nebo dle americké ANSI B16.25. Tělesa průhledítek se vyrábějí z plného materiálu, což se využívá u menších světlostí. Pro větší světlosti se tělesa vyrábí jakožto svařence, kdy je těleso vyrobeno pomocí přivaření přírub na střed tělesa, což je u velkých světlostí mnohonásobně ekonomicky výhodnější, vzhledem k výrazně nižšímu množství vzniklého odpadu. Ovšem hlavní slovo, co se týče typu konstrukce (zda bude svařovaná nebo obráběná z jednoho kusu) má především zákazník.

2 Charakteristika materiálu

Těleso i víko průhledítka byly vyrobeny z níže uvedeného materiálu.

2.1 Značení

Tabulka 1 Značení oceli [7]

ČSN 420002	ČSN EN 10027-1	ČSN EN 10027-2	ASTM
17 249	X2CrNi 19-11	1.4306	F304L

- jedná se o chrom niklovou, bezmolybdenovou, austenitickou a nestabilizovanou nerezovou ocel s nízkým obsahem uhlíku.
- nízký obsah uhlíku zvýhodňuje řeznou obrobiteľnosť oproti materiálu F304/1.4301, také má vliv na zvýšení odolnosti proti mezikrystalické korozi.
- korozivzdorná ocel používaná především v chemickém, farmaceutickém a potravinářském průmyslu.
- nemagnetická a nekalitelná. [8]

2.2 Chemické složení

Tabulka 2 Chemické vlastnosti materiálu [9]

C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Ni [%]
max. 0,035	max. 1	max. 2	max. 0,04	max. 0,03	18-20	8-13

2.3 Mechanické vlastnosti

Tabulka 3 Mechanické vlastnosti materiálu [10]

D [mm]	Hb [-]	R _p (0,2) [MPa]	R _p (1,0) [MPa]	R _m [MPa]	A [%]	KV [J]
D ≤ 160	max. 215	min. 180	min. 215	460 – 680	min. 45	min. 100

2.4 Ostatní vlastnosti

Tabulka 4 Ostatní vlastnosti materiálu [11]

Tepelné zpracování	Žíhací teplota = 1000 – 1100°C, chlazení do vody nebo intenzivně vzduchem Nekalitelná
Ostatní vlastnosti	Nestabilizovaná
Použití	Potrubí

3 Rozbor dosavadního výrobního postupu

Tato kapitola popisuje stávající postup výroby dané součásti (tělesa průhledítka) ve firmě Armatury KLAD s.r.o. Pro bakalářskou práci bylo vybráno průhledítko DN 25, PN 40, neboť je vyráběno z jednoho kusu plného materiálu. Většinou se průhledítka svařují (přivařují se příruby na těleso), z čehož vyplývá menší množství odpadu ve formě třísek. Ovšem v některých případech, jako je tento, má zákazník požadavek na průhledítko z jednoho kusu.

3.1 Nástroje použité v současném postupu výroby

Pro výrobu průhledítka DN 25, PN 40 se používají nástroje různých výrobců. Jedná se o výrobce Seco Tools, Pramet Tools a Mitsubishi Materials a nástroje z rychlořezné oceli. Všechny použité nástroje, krom závitníku, frézy a vrtáků mají držáky na VBD. Zapichovací nůž s výměnnými břitovými destičkami je od firmy Seco Tools, plátkový vrták je od firmy Mitsubishi Materials. Zbývající nástroje, což jsou držáky na podélné hrubovací soustružení a podélné soustružení na čisto, dále nůž do díry a vnitřní zapichovací nůž, jsou od firmy Pramet Tools. HSS nástroje podnik kupuje většinou od firmy H+H s.r.o.

3.2 Dělení materiálu

Materiál se dá dělit mnoha způsoby, k nejpoužívanějším patří metoda dělení materiálu rozbrušovacím kotoučem či pilovým pásem. Rotační součásti se také mohou dělit upichovacím nožem na soustruhu. Taktéž se hojně využívá tepelné dělení materiálu (plamenem, laserem, plazmou, elektrickým obloukem, elektronovým paprskem). I v procesu dělení materiálu nalezneme nekonvenční metody, jako je elektrojiskrové řezání, nebo řezání vodním paprskem. [3]

3.2.1 Proces dělení materiálu

Jedná se o první výrobní operaci při výrobě průhledítka. Tyč průměru 120 mm se dělí na délku 164 mm. Polotovar pro tuto operaci má délku dle objednávky skladníka podniku. Délka tyče se odvíjí od požadované délky všech kusů, včetně odpadu ve formě prořezu. Povětšinou se objednává také délka prodloužená o jednu délku kusu (pro případný zmetek). Toto dělení se uskutečňuje na jedné z dílen přímo v podniku Armatury KLAD s.r.o.

3.2.2 Výrobní stroj

Dělení se uskutečňuje na CNC pile značky PEGAS, model 350x400 H-A-CNC (obr. 3). Pila je určená pro dělení materiálu v kolmých řezech. Jedná se o vysoce produktivní automatické dělení materiálu. Tato CNC pila nalézá uplatnění v sériové výrobě, vzhledem k robustní konstrukci je na ní možno dělit široké spektrum materiálu, včetně nerez a nástrojových ocelí, také lehkých a neželezných kovů. Dělené materiály mohou být jak profily, tak plné polotovary. [12]



Obr. 3 CNC pila PEGAS

Tabulka 5 Parametry CNC pily [1]

Rozměry						
Délka	Šířka		Výška		Výška stolu	Hmotnost
L [mm]	B _{min} [mm]	B _{max} [mm]	H _{min} [mm]	H _{max} [mm]	V [mm]	m [kg]
2300	1800	2100	2000	2100	930	1350
Výkonnostní parametry						
Pohon pilového pásu [kW]					3,0	
Pohon hydraulického agregátu [kW]					0,75	
Čerpadlo chladicí emulze [kW]					0,05	
Elektromotor pohonu šnekového vynašeče třísek [kW]					0,12	
Řezná rychlost (plynule nastavitelná) [m/min]					20-100	
Rozměr pilového pásu [mm]					4520x34x1,1	
Elektrické zapojení do sítě					3x400 V; 50 Hz	

3.2.3 Výrobní nástroj

Používá se pilový pás BIMETAL M51, který je vhodný pro řezání austenitických ocelí, neboť má špičky zubů z materiálu HSS M51, který zvyšuje životnost pásu při řezání tvrdých ocelí, díky odolnosti vůči vysoké teplotě a opotřebení.

3.3 Soustružení – úvodní

Soustružení je nejčastější typ třískového obrábění, při němž vniká řezná část nástroje tvaru řezného klínu do obrobku a odebírá z tohoto materiálu přebytečnou vrstvu (tzv. přídavek na obrábění) ve formě třísky. K dosažení požadovaného tvaru, rozměru a drsnosti obrobku je nutná vhodná řezná geometrie nástroje. Hlavní řezný pohyb koná obrobek a jedná se o pohyb rotační. Vedlejší pohyby, posuv a přísuv vykonává nástroj. Nutností je, aby materiál nástroje měl vyšší tvrdost, než materiál obrobku. Soustružením je možno obrábět pouze rotační plochy. [1]

3.3.1 Proces úvodního soustružení

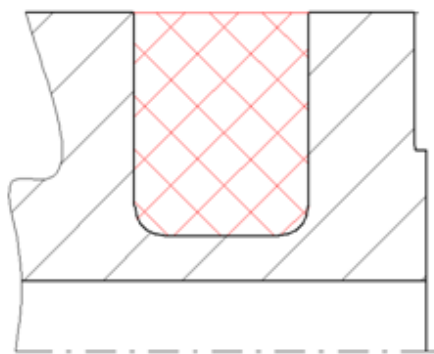
Operace výrobního procesu průhledítka DN 25, PN 40, která následuje po dělení materiálu, je soustružení. Prvotní soustružení se provádí na CNC soustruhu značky HYUNDAI – KIA, model SKT 25.

Při úvodním soustružení se polotovar Ø 120 a délky 164 upne do hydraulického sklíčidla a následně se zarovná na požadovanou délku dle výkresové dokumentace. Následuje podélný hrubovací cyklus do délky poloviny polotovaru na průměr přírub navýšený o přídavek na dokončovací operaci. Poté je na řadě opracování těsnící lišty na čele, kde je opět nechán přídavek na dokončovací soustružení. Tyto hrubovací operace jsou uskutečněny nástrojem, který je složen z držáku a destičky určené pro tento typ obráběcí operace.

Další operací na CNC soustruhu je vyvrtání díry průměru 24 mm do hloubky 100 mm. Použitý nástroj je plátkový vrták značky Mitsubishi Materials. Na tento vrták se používají plátky stejné značky. Po vrtání následuje soustružení díry, kdy se zvětšuje průměr z předvrtaných 24 mm na požadovaný průměr dle výkresu. Pro tuto operaci je použit vnitřní soustružnický nůž značky Pramet. Další operací je podepření koníkem, z důvodu délky obrobku.

Po podepření následuje zapichovací cyklus, pro který je použit držák a také destička značky Seco Tools. Tímto nožem se vybere „kapsa“ viz obr. 4. Nůž tedy obrábí zapichovacím cyklem nejprve na hrubo a následně na čisto celou „kapsu“ včetně rádiusů, ve vzdálenostech dle výkresu. Dále přichází na řadu opět hrubovací nůž, který podélným hrubovacím cyklem obrobí kus dále, takzvaně rozjíždí „kapsu“ z obrobené vzdálenosti do více jak poloviny, tedy do vzdálenosti 82 mm. Ovšem pouze do maximálního průměru

81 mm. Neboť to je minimální průměr, který potřebujeme, aby bylo možno obrobit prizmatický tvar, který se později frézuje. Další operací je soustružení na čisto těsnící plochy příruby, na průměr 68 mm do délky 2 mm, čímž se vytvoří těsnící plocha příruby dle EN 1092-1. Nakonec se dokončí profil příruby na čisto. Následuje odjezd koníku a zdrsnění těsnící lišty. Pro celou tuto závěrečnou operaci soustružení na čisto byl použit dokončovací nůž. Po této operaci následuje vyjmutí obrobku ze sklíčidla a jeho otočení. Po otočení se obrobek upne za již obrobený průměr 115 mm a délku 17 mm.



Obr. 4 „Kapsa“

Následuje obdobný postup jako na začátku soustružení. Zarovná se čelo na danou délku dle výkresové dokumentace, poté je na řadě podélné hrubovací soustružení na průměr příruby včetně přídatku na dokončení, do takové délky, aby byla celá součást obrobena na zadaný průměr. Další operace je stejná jako na první straně, tedy soustružení čela na průměr 68,2 mm na délce 1,9 mm. Další operací je stejná jako při soustružení obrobku před otočením, vrtání. Vyvrtá se díra průměru 24 mm, nyní však jen do délky 65 mm. Tato délka stačí, abychom měli jistotu, že díra bude průchozí, neboť při první operaci se díra vrtala do vzdálenosti 100 mm. Následuje opět soustružení vnitřního průměru díry z předvrtaného průměru 24 mm na požadovaný průměr 25 mm.

Potom se obrobek opět podepře koníkem. Po podepření přichází na řadu stejně jako při obrábění první poloviny kusu zapichovací cyklus. Tímto cyklem se vybere již výše zmiňovaná „kapsa“, nyní však na druhé straně. Zapichovací cyklus prvně profil předhrubuje a následně projede profil na čisto, včetně rádiusů R5. Závěrečná operace uskutečněná na CNC soustruhu je podélný hrubovací cyklus, který rozjíždí kapsu. Tím je dokončen celý profil průhledítka tak, aby bylo připraveno pro frézování. Hrubuje se z průměru 115,2 mm na průměr 81 mm. Závěrečnou operací na přírubě je soustružení profilu na čisto, tedy těsnící plochy příruby na průměr 68 mm do délky 2 mm a následně

příruby na průměr 115 mm do délky 22 mm. Následuje odjezd koníku a zdrsnění těsnicí lišty.

3.3.2 Výrobní stroj

Celý proces úvodního soustružení je uskutečněn na univerzálním CNC soustruhu HYUNDAI – KIA SKT 25 (obr. 5). Ideální využití stroje je ve třisměnném provozu, pro vysoce produktivní obrábění z tyčí či vkládaných obrobků. Revolverová hlava soustruhu velmi dobře eliminuje vibrace vzniklé při obrábění. Stroje těchto typů (počítačem řízené) jsou hojně využívány ve velkosériových výroбах, ovšem mohou se vyplatit také pro obrábění menšího počtu kusů, které jsou tvarově složité. Nevýhodou CNC strojů je delší přípravný čas, z důvodu vytvoření řídicího programu. Tento ztrátový čas se ovšem při výrobě vyplatí obětovat ve větší výrobní dávce. Proto jsou tyto stroje často používány pro výrobu většího počtu stejných obrobků.



Obr. 5 CNC soustruh HYUNDAI – KIA

Tabulka 6 Rozměry CNC soustruhu [1]

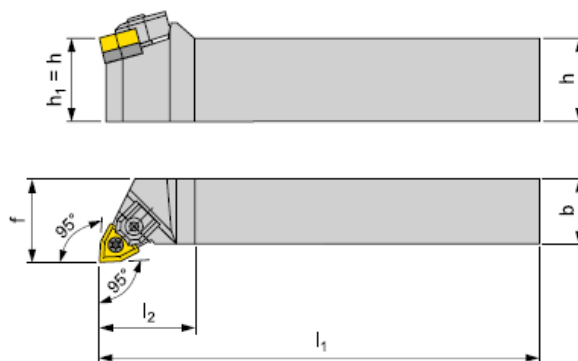
Rozměry			
Délka	Šířka	Výška	Hmotnost
L [mm]	B [mm]	H [mm]	m [kg]
3171	1997	2007	5600
Výkonnostní parametry			
Vřeteno [kW]			22,0/18,0
Pohon hydraulického agregátu [kW]			1,5
Čerpadlo chladicí emulze [kW]			0,4
Maximální obráběný průměr [mm]			500
Maximální obráběná délka [mm]			720
Průměr otvoru ve vřetenu [mm]			78
Otáčky [1/min]			340 – 3500
Počet instalovaných nástrojů [-]			12
Upínání nástrojů [mm]			□25 / Ø 50
Zdvih v ose X [mm]			290
Zdvih v ose Y [mm]			750
Průměr koníka [mm]			100

3.3.3 Výrobní nástroje

Pro úvodní soustružení byly použity celkově pět různých nástrojů. Z toho se jedná o čtyři soustružnické nože, přesněji se jedná o hrubovací nůž, dále dokončovací nůž, zapichovací nůž a nůž do otvoru. Krom nožů je zde použit také plátkový vrták.

3.3.3.1 Hrubovací nůž

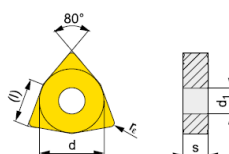
Hrubovací nůž (obr. 6) je složen z držáku značky Pramet MWLNL-2525M08, na který se používá plátek (obr. 7) buďto Pramet nebo Mitsubishi, jedná se o VBD označené WNMG 080408-MA.



Obr. 6 Hrubovací nůž [30]

Rozměry držáku [30]:

- $b = 25 \text{ mm}$
- $f = 32 \text{ mm}$
- $h_1 = h = 25 \text{ mm}$
- $l_1 = 150 \text{ mm}$
- $l_2 = 32 \text{ mm}$



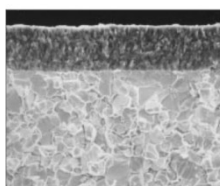
Obr. 7 Hrubovací destička [30]

Rozměry destičky [30]:

- $(l) = 8,70 \text{ mm}$
- $d = 12,70 \text{ mm}$
- $d_1 = 5,16 \text{ mm}$
- $s = 4,76 \text{ mm}$
- $r_e = 0,8 \text{ mm}$

Označení povlakovaného materiálu: US735 (obr. 8)

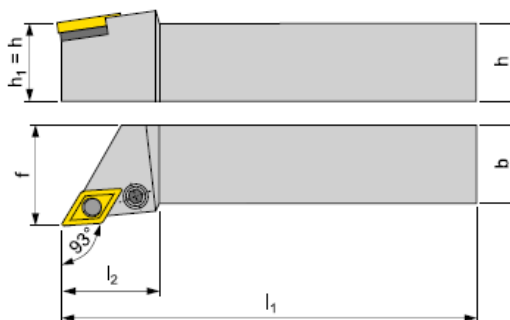
Jedná se o TiN povlak, nanášený chemickou metodou, který je použitelný pro obrábění uhlíkové i nerezové oceli, taktéž vhodný pro obrábění slitin Niklu. Při obrábění nerezových ocelí vykazuje velmi stabilní řezné podmínky. Nová vrstva odolává vyštípnutí v přerušovaných řezech. [13]



Obr. 8 Mikrostruktura US735 [13]

3.3.3.2 Dokončovací nůž

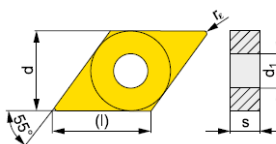
Nůž, který se používá na dokončovací soustružení, je složen také z držáku značky Pramet, v tomto případě je však použit držák (obr. 9) označený PDJNL 2525M15. Destičky se používají stejně jako v předchozím případě buď Pramet, nebo Mitsubishi. Ty mají označení DNMG 150604-MS (obr. 10).



Obr. 9 Dokončovací nůž [30]

Rozměry držáku [30]:

- $b = 25 \text{ mm}$
- $f = 32 \text{ mm}$
- $h_1 = h = 25 \text{ mm}$
- $l_1 = 150 \text{ mm}$
- $l_2 = 40 \text{ mm}$



Obr. 10 Dokončovací destička

Rozměry destičky [30]:

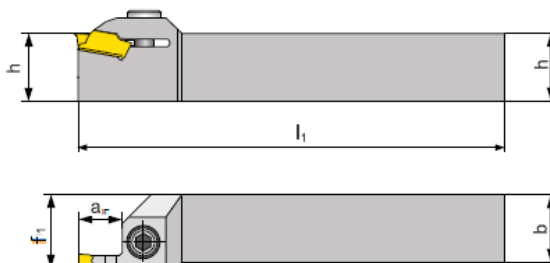
- $(l) = 15,50 \text{ mm}$
- $d = 12,70 \text{ mm}$
- $d_1 = 5,16 \text{ mm}$
- $s = 6,35 \text{ mm}$
- $r_e = 0,4 \text{ mm}$

Označení povlakovaného materiálu: US735 (obr. 8)

Jedná se o totožný povlak jako u hrubovacího nože, jenž je popsán v bodě 3.3.3.1.

3.3.3.3 Zapichovací nůž

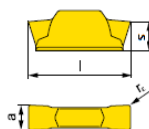
Velmi důležitou úlohu v tomto úvodním soustružení má zapichovací nůž (obr. 11), ten se skládá z držáku CFML 2525 P08 a plátku LCMF 300808-0800-FT (obr. 12). Jak držák, tak samotná destička jsou od firmy Seco.



Obr. 11 Zapichovací nůž [28]

Rozměry držáku [14]:

- $a_r = 40 \text{ mm}$
- $b = 25 \text{ mm}$
- $f_1 = 28 \text{ mm}$
- $h = 25 \text{ mm}$
- $l_1 = 170 \text{ mm}$



Obr. 12 Zapichovací destička [28]

Rozměry destičky [14]:

- $a = 8,00 \text{ mm}$
- $l = 29,06 \text{ mm}$
- $s = 5,50 \text{ mm}$
- $r_e = 0,8 \text{ mm}$

Označení povlakovaného materiálu: CP500 (obr. 13)

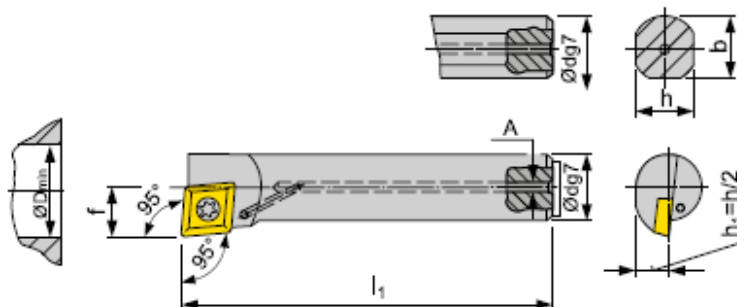
Tento povlak je nanesen metodou PVD, je vhodný pro obrábění nerezových ocelí. Jedná se o povlak (Ti, Al) N + TiN. [14]



Obr. 13 Mikrostruktura CP500 [14]

3.3.3.4 Vnitřní nůž

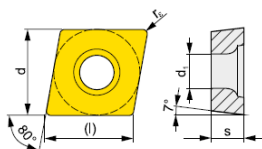
Poslední nůž, který se používá při soustružení na CNC soustruhu, je nůž na vnitřní obrábění, kterým se zvětšuje předvrtaná díra z průměru 24 mm na požadovaný průměr 25 mm. Jako v prvních dvou případech se jedná o držák značky Pramet, typ S16M-SCLCL 09-A (obr. 14) a plátek opět Pramet, nebo Mitsubishi, jehož označení je CCMT 060204 (obr. 15).



Obr. 14 Vnitřní nůž [30]

Rozměry držáku [30]:

- $b = 15 \text{ mm}$
- $d = 16 \text{ mm}$
- $D_{min} = 20 \text{ mm}$
- $f = 11 \text{ mm}$
- $h_1 = h = 14,5 \text{ mm}$
- $l_1 = 150 \text{ mm}$



Obr. 15 Destička na vnitřní nůž [30]

Rozměry destičky [30]:

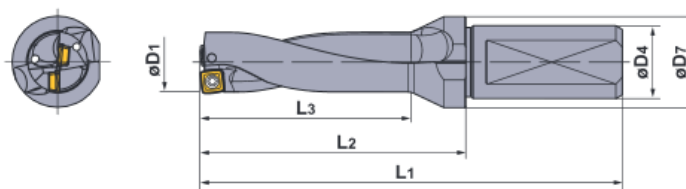
- $(l) = 6,40 \text{ mm}$
- $d = 6,35 \text{ mm}$
- $d_1 = 2,90 \text{ mm}$
- $s = 2,38 \text{ mm}$
- $r_e = 0,4 \text{ mm}$

Označení povlaku: US735

Jedná se o totožný povlak jako u hrubovacího i dokončovacího nože, jedná se o označení výrobce Mitsubishi Tools. Více o povlaku je napsáno v bodě 3.3.3.1.

3.3.3.5 Vrták

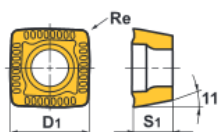
Jedná se o plátkový vrták značky Mitsubishi, označení vrtáku je MVX 2400 X5 F25 (obr. 16), označení destiček je SOMX 084005-UM (obr. 17), které jsou stejné značky. Tímto vrtákem se zhotoví díra $\varnothing 24$ mm, která se dále dokončuje vnitřním nožem (viz bod 3.3.3.4).



Obr. 16 Plátkový vrták $\varnothing 24$ [15]

Rozměry vrtáku [15]:

- $D_1 = 24$ mm
- $L_1 = 197$ mm
- $L_2 = 147$ mm
- $L_3 = 127$ mm
- $D_4 = 25$ mm
- $D_7 = 32$ mm



Obr. 17 Destička na vrták $\varnothing 24$ [15]

Rozměry destičky [15]:

- $D_1 = 8,30$ mm
- $S_1 = 4,00$ mm
- $R_e = 0,50$ mm

3.4 Frézování

Jedná se o druhý nejčastější typ třískového obrábění, hned po soustružení. V tomto případě se uskutečňuje úběr materiálu pomocí několikabřitého řezného nástroje, frézy. Při frézování je hlavní řezný pohyb rotační a koná jej nástroj. Vedlejší řezné pohyby, posuv a přísuv, koná ve většinou obrobek, avšak můžou být uskutečněny i nástrojem. Frézování se dělí na sousledné a nesousledné podle směru otáček nástroje a směru posuvu. Povětšinou se tímto způsobem obrábí rovinné plochy. [2]

3.4.1 Proces frézování

Po úvodním soustružení je na řadě frézování průhledítka. U této armatury se frézují čtyři plochy, dvě rovnoběžné, na které se umístí při montáži těsnění, borosilikátové sklo a víko. Dále zbylé dvě, které jsou taktéž rovnoběžné a oproti předchozím pootočené o 90° . Na jedné této ploše se popřípadě vyrazí potřebné údaje, nebo se zde může umístit štítek, který tyto údaje obsahuje.

Obrobek se upne do svěráku a ofrézuje se první plocha čtyřhranu. Poté se kus vyjme ze svěráku, otočí o 180° , kdy se obrobek upne za již ofrézovanou plochu a následně se ofrézuje protilehlá plocha čtyřhranu, která má stejné rozměry jako předchozí. Následně se kus otočí o 90° a ofrézuje se plocha 65×65 mm, potom se opět kus vyjme ze svěráku, otočí o 180° a ofrézuje se totožná plocha. Tím je hotový celý čtyřhran. Následuje výměna nástroje, kdy se vymění fréza za středící vrták.

Poté se pomocí odměřování na frézce FGU 32 najde střed plochy 65×65 mm a navrtá se díra, pomocí které se následně v další operaci (soustružení) kus vystředí na lící desce.

Další operací na frézce je navrtání děr pro závit M10. Tyto díry se vyrábí pomocí vrtáku $\varnothing 8,5$ mm. Středů těchto děr se opět najdou pomocí odměřování na stroji. Napřed se udělají na jedné ploše průhledítka, následně se kus vyjme ze svěráku, otočí o 180° a opět se upne do svěráku a uplatní se stejný postup jako předtím.

3.4.2 Výrobní stroj

Frézování je uskutečněno na klasické konzolové frézce s vodorovným vřetenem značky TOS Olomouc, model FGU 32 (obr. 18). Tento stroj se využívá pro přesné a výkonné frézování plochých a skříňových obrobků, jak v kusové, tak v sériové výrobě. Vzhledem k tuhosti, rozsahu otáček vřetene a pracovních posuvů frézka umožňuje hospodárné obrábění různých druhů materiálů nástroji z tvrdokovů či rychlořezných ocelí. [16]



Obr. 18 Frézka FGU 32

Tabulka 7 Rozměry frézky [1]

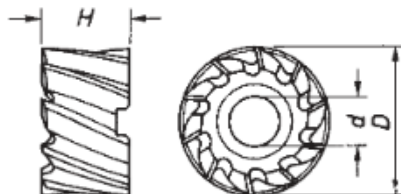
Rozměry			
Délka	Šířka	Výška	Hmotnost
L [mm]	B [mm]	H [mm]	m [kg]
3410	2400	1720	2615
Výkonnostní parametry			
Vřeteno [kW]			5,5
Maximální přípustné zatížení stolu [kg]			300
Vnější rozměry pracovního stolu	Šířka [mm]	320	
	Délka [mm]	1250	
Otáčky [1/min]			31,5 – 1400
Podélný pohyb stolu [mm]			850
Příčný pohyb stolu [mm]			275
Svislý pohyb konzoly [mm]			420
Natočení vřetenové hlavy [°]			±45

3.4.3 Výrobní nástroje

Úvodní frézování ploch je uskutečněno HSS frézou, dále je použit vrták Ø 8,5 mm a jako poslední nástroj je použit středící navrtávák, pomocí kterého vyrobí otvor nutný pro vystředění kusu při následující operaci – soustružení.

3.4.3.1 Čelní válcová fréza

Jedná se o čelní válcovou nástrčnou frézu HSS (obr. 19), která má průměr větší než plocha, která je obráběná. Jedná se o průměr D . Tato fréza má 10 zubů.



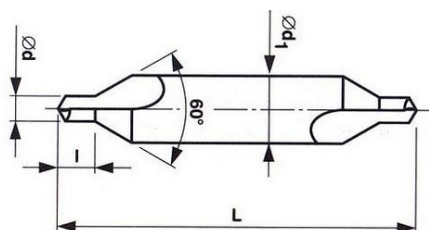
Obr. 19 HSS Fréza $\varnothing 80$ [17]

Rozměry frézy [17]:

- $D = 80 \text{ mm}$
- $d = 27 \text{ mm}$
- $H = 45 \text{ mm}$

3.4.3.2 Středící vrták

Tímto nástrojem z HSS (obr. 20) se navrtá střed plochy $65 \times 65 \text{ mm}$ tělesa průhledítka. Pomocí tohoto navrtaného otvoru se potom na soustruhu kus vystředí a následně provrtá skrz.



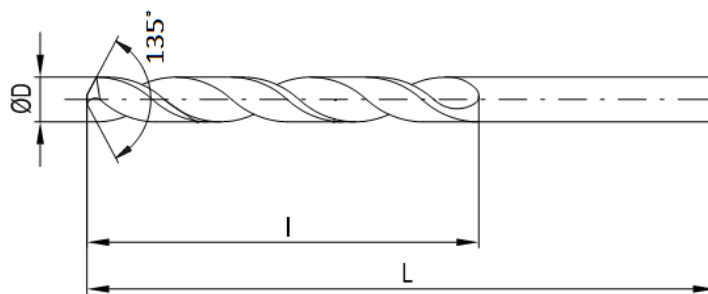
Obr. 20 Středící vrták [18]

Rozměry středícího vrtáku [18]:

- $d = 5 \text{ mm}$
- $L = 63 \pm 3 \text{ mm}$
- $d_1 = 12,5 \text{ mm}$

3.4.3.3 Vrták

Vrtákem (obr. 21) se vyvrtá díra, do které je následně vyroben závit M10 (při operacích na vrtačce), jedná se o HSS Cobalt vrták průměru 8,5 mm. Jedná se o klasický vrták s válcovou stopkou, který je ideální pro vrtání nerez oceli a vyznačuje se zvýšenou odolností vůči vysokým teplotám a opotřebení. [19]



Obr. 21 HSS vrták [20]

Rozměry vrtáku [19]:

- $D = 8,5 \text{ mm}$
- $L = 117 \text{ mm}$
- $l = 75 \text{ mm}$

3.5 Soustružení

Jedná se o soustružení na klasickém soustruhu, kdy se kompletně obrábí díra kolmá na osu průhledítka.

Soustružení je nejčastější typ třískového obrábění, při němž vzniká řezná část nástroje tvaru řezného klínu do obrobku a odebírá z tohoto materiálu přebytečnou vrstvu (tzv. přídavek na obrábění) ve formě třísky. K dosažení požadovaného tvaru, rozměru a drsnosti obrobku je nutná vhodná řezná geometrie nástroje. Hlavní řezný pohyb koná obrobek a jedná se o pohyb rotační. Vedlejší pohyby, posuv a přísuv vykonává nástroj. Nutností je, aby materiál nástroje měl vyšší tvrdost, než materiál obrobku. Soustružením je možno obrábět pouze rotační plochy. [1]

3.5.1 Proces soustružení

Na úvod se kus upne na lící desku pomocí upínek, kdy se kus vystředí pomocí předvrtané díry po frézovací operaci. Následuje provrtání kusu skrz, pomocí vrtáku průměru 31,5 mm. Další operace je obrobení vnitřního průměru 44 mm. Pro tuto operaci je použit vnitřní zapichovací nůž značky Pramet, který je označen z držáku A25S – GGFL 0413, na kterém je umístěn plátek LCMF 041304-F. Na závěr se pomocí vnitřního nože složeného z držáku A20Q – PCLNL09 a VBD, která nese označení CNMG 090304E-FM zvětší předvrtaný průměr na konečný dle výkresové dokumentace. Taktéž se tímto nožem zvětší již zmiňovaná předvrtaná díra průměru 31,5 mm na průměr 51 mm. Tím vznikne plocha, na kterou se při montáži vloží těsnění a následně borosilikátové sklo.



Obr. 22 Lící deska

Následně se obrobek vyjme z lící desky, poté se otočí a upne tak, aby se mohla již pouze pomocí soustružnických nožů vyrobít již kompletní středová díra. Postup obrábění díry je stejný jako v případě výroby první poloviny, který je popsán výše.

3.5.2 Výrobní stroj

Toto soustružení se realizuje na klasickém soustruhu značky TOS Olomouc, model SU50A (obr. 23). Jedná se o hrotový soustruh s nožovou hlavou pro čtyři nože. Největší průřez nože může být 32x32 mm. [21]



Obr. 23 Soustruh SU50A

Tabulka 8 Rozměry soustruhu [1]

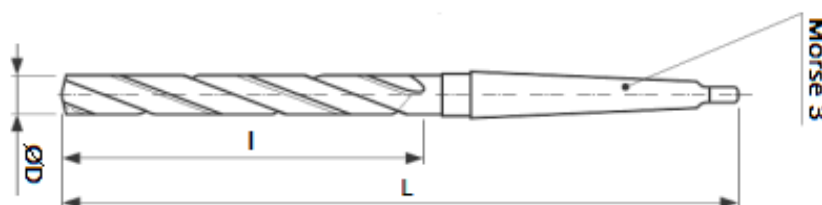
Rozměry			
Délka	Šířka	Výška	Hmotnost
L [mm]	B [mm]	H [mm]	m [kg]
3775	1180	1720	2980
Výkonnostní parametry			
Výkon motoru pro hlavní pohon stroje [kW]			11
Maximální hmotnost obráběného kusu [kg]			850
Oběžný průměr nad ložem [mm]			500
Oběžný průměr nad suportem [mm]			250
Otáčky [1/min]			11,2 – 1400
Vzdálenost hrotů [mm]			1000, 1500, 2000
Šířka lože [mm]			420
Průměr upínací desky [mm]			500

3.5.3 Výrobní nástroje

V tomto případě soustružení se používají tři nástroje. Na úvod se jedná o vrták průměru 31,5 mm, poté se díra rozjíždí vnitřním nožem, který je zmíněn výše. Poslední nástroj který je využit na tomto výrobním stanovišti je vnitřní zapichovací nůž, který je značky Pramet, složený z držáku A25S – GGFL 0413, na který se upínají VBD označovány LCMF 041304-F.

3.5.3.1 Vrták

Jedná se o HSS vrták (obr. 24) průměru 31,5 mm. Tímto vrtákem se vyvrtá otvor skrz, který je již navrtán po frézování (z důvodu vystředění kusu). Tento vrták má kuželovou stopku s Morse kuželem 3, materiál vrtáku je HSS Co 5%. [23]



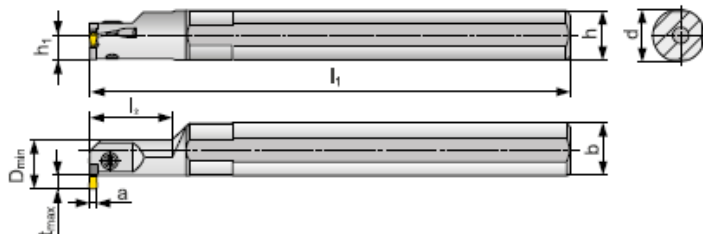
Obr. 24 HSS vrták [22]

Rozměry vrtáku [23]:

- $D = 31,5 \text{ mm}$
- $L = 301 \text{ mm}$
- $l = 180 \text{ mm}$

3.5.3.2 Vnitřní zapichovací nůž

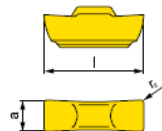
Tento nůž je nutno použít z důvodu vytvoření osazení uvnitř díry, jedná se o osazení průměru 44 mm. Označení držáku značky Pramet je A25S-GGFL 0413 (obr. 25), VBD které se na něj upínají, jsou označovány LCMF 041304-F (obr. 26). Samozřejmě je nutné, aby se tento vnitřní zapichovací nůž vešel do předvrtaného otvoru, což tento držák splňuje.



Obr. 25 Vnitřní zapichovací nůž [30]

Rozměry držáku [30]:

- $a = 4 \text{ mm}$
- $b = 24 \text{ mm}$
- $d = 25 \text{ mm}$
- $D_{\min} = 25 \text{ mm}$
- $h_1 = 11,5 \text{ mm}$
- $h = 23 \text{ mm}$
- $l_1 = 250 \text{ mm}$
- $l_2 = 40 \text{ mm}$
- $t_{\max} = 7,5 \text{ mm}$



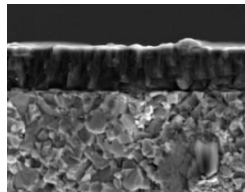
Obr. 26 Vnitřní zapichovací destička [30]

Rozměry destičky [30]:

- $a = 3 \text{ mm}$
- $l = 12,6 \text{ mm}$
- $r_e = 0,4 \text{ mm}$

Označení povlakovaného materiálu: T8330 (obr. 27)

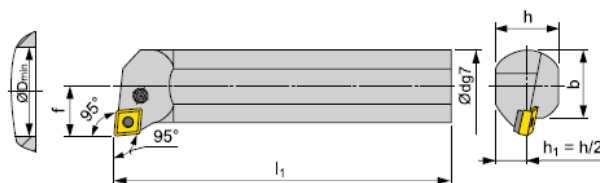
Jedná se o povlak s krycí vrstvou TiN, která zabraňuje vzniku nárůstku. Nanášen je pomocí metody PVD. Povlak vyniká ideální kombinací houževnatosti, tvrdosti a adheze k podkladovému materiálu. Vhodný pro soustružení korozivzdorných ocelí, ovšem lze použít i pro obrábění ostatních skupin materiálů.



Obr. 27 Mikrostruktura T8330 [28]

3.5.3.3 Vnitřní nůž

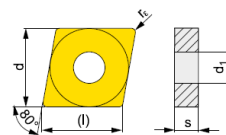
Po vrtání se předvrtaná díra zvětšuje vnitřním nožem. Ten je složen z držáku A20Q – PCLNL09 (obr. 28) a na něm je použit plátek CNMG 090304E-FM (obr. 29).



Obr. 28 Vnitřní nůž [30]

Rozměry držáku [30]:

- $b = 18 \text{ mm}$
- $d = 20 \text{ mm}$
- $D_{\min} = 25 \text{ mm}$
- $h = 18 \text{ mm}$
- $l_1 = 180 \text{ mm}$
- $f = 13 \text{ mm}$



Obr. 29 Vnitřní destička [30]

Rozměry destičky [30]:

- $d = 9,525 \text{ mm}$
- $(l) = 9,7 \text{ mm}$
- $d_1 = 3,81 \text{ mm}$
- $s = 3,18 \text{ mm}$
- $r_\epsilon = 0,4 \text{ mm}$

Označení povlakovaného materiálu: T8330 (obr. 27)

Více o povlaku je již zmíněno u předchozího nástroje.

3.6 Vrtání

Tato metoda obrábění zhotovuje nebo zvětšuje (předlité, předkované) otvory rotujícím nástrojem, vrtákem. Hlavní řezný pohyb je zde vykonáván nástrojem, vedlejší řezný pohyb, posuv, je konán také většinou nástrojem. Osa nástroje je kolmá k ploše v místě vstupu vrtáku do obrobku. [2]

3.6.1 Proces vrtání

Obsluha vrtačky si orýsuje příruby pro 4 otvory, které jsou od sebe pootočený o 90°. Další podmínkou je, aby střed žádné díry neležel na ose kolmé k hlavní ose průhledítka, vždy jsou díry pootočený o 45° vůči této ose. Následně se střed díry naznačí důlčíkem, poté se upne do svěráku na vrtačce za přírubu a navrtá se otvor, pootočí se kus o již zmiňovaných 90° navrtá se druhá díra a tak dále, dokud nemáme hotové všechny 4 díry. Následně se kus otočí, upne za již hotovou přírubu a opět se postupuje totožně.

Na vrtačce se také realizuje výroba závitů M10, které leží na ofrézovaných plochách tělesa. Díry pro závity jsou již předvrtány po frézovací operaci, na vrtačce se pouze pomocí strojního závitníku vyrobí daný závit, kdy se kus upne za střed tělesa. Ještě před vytvořením závitu se všechny díry ojhlí zahlubovací hvězdící.

3.6.2 Výrobní stroj

Pro výrobu otvorů pro závit M10 a taktéž otvorů pro připojení přírub byla použita vrtačka výrobce Kovosvit, typ VR4 (obr. 30). Jedná se o otočnou vrtačku.



Obr. 30 Otočná vrtačka VR4

Tabulka 3.6.2 Rozměry vrtačky [1]

Rozměry			
Délka	Šířka	Výška	Hmotnost
L [mm]	B [mm]	H [mm]	m [kg]
2250	1055	2970	2700
Výkonnostní parametry			
Celkový příkon stroje [kW]			7
Maximální hmotnost obráběného kusu [kg]			850
Průměr hlavy vřetene [mm]			70h6
Zdvih vřetene [mm]			310
Otáčky vřetene[1/min]			28 – 2500
Vzdálenost hrotů [mm]			1000, 1500, 2000
Základna	Délka [mm]	1475	
	Šířka [mm]	900	
	Výška [mm]	200	

3.6.3 Výrobní nástroj

Na vrtačce VR4 se používají při výrobě průhledítka tři nástroje, jednak vrták, kterým se vyrobí otvory na přírubách, druhý nástroj je závitník, kterým vyrobíme závit M10 pro závrtné šrouby a také záhlubník.

3.6.3.1 Vrták

Vrtání děr na přírubách je provedeno klasickým šroubovitým HSS vrtákem průměru 14 mm, který je také kobaltový HSS Co 5% (obr. 3.18 – dle vrtáku u frézování). [24]

Rozměry vrtáku [24]:

- $D = 14 \text{ mm}$
- $L = 160 \text{ mm}$
- $l = 108 \text{ mm}$

3.6.3.2 Záhlubník

Tento nástroj (obr. 31) srazí náběhovou hranu na všech 8 vyvrtaných dírách, neboť se do nich jakožto závěrečná obráběcí operace bude vyrábět závit. Záhlubník nese označení G57016.5 a je od firmy Dormer.



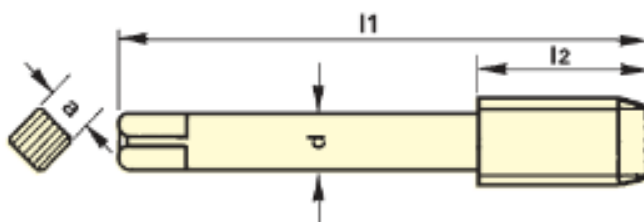
Obr. 31 Záhlubník [25]

Rozměry záhlubníku [25]:

- $d_{\max} = 16,5 \text{ mm}$
- $d_{\min} = 3,2 \text{ mm}$
- $l_1 = 60 \text{ mm}$
- $d_2 = 10 \text{ mm}$
- $z = 3$

3.6.3.3 Strojní závitník

Tímto nástrojem (obr. 32) se vyrobí vnitřní závit M10, do kterého se při montáži zašroubují závrtné šrouby M10.



Obr. 32 Strojní závitník [26]

Rozměry závitníku [26]:

- $l_1 = 75 \text{ mm}$
- $l_2 = 24 \text{ mm}$
- $d = 7 \text{ mm}$
- $a = 5,5 \text{ mm}$

3.7 Zámečnická práce

Na zámečnické dílně, která je ve firmě Armatury KLAD s.r.o. součástí montáže se celý kus odjehlí, aby nikde nebyly otěpy. Pro odjehlení se používají pilníky, dále také elektrické (obr. 33), nebo pneumatické přímé brusky, tzv. fortuny.



Obr. 33 Elektrická přímá bruska [27]

3.8 Montáž

Zkompletování průhledítka se děje na montáži, která je součástí výrobních prostor firmy Armatury KLAD s.r.o. Samotná montáž se uskutečňuje následovně:

- 1) do tělesa zašroubujeme závrtné šrouby M10,
- 2) na otvor pro sklo vložíme spodní těsnění,
- 3) dále vložíme borosilikátové sklo a horní těsnění,
- 4) na horní těsnění umístíme víko,
- 5) matice dotáhneme do kříže, čímž dotěsníme víko,
- 6) obdobný postup montáže je použit i na druhé polovině,

7) následně navrtáme dírky pro hřeby, pomocí kterých umístíme na těleso štítek s evidenčními údaji o armatuře (tlak, světlost, číslo tavby, číslo kusu).

Součástí práce na montáži je také tlakovací zkouška armatur, kdy průhledítko není výjimkou. Následně se přímo na montážní dílně kus také konzervuje a balí.

4 Stávající technologický postup výroby

Operace č.	ID název	Pracoviště/ Stroj	Množství [ks]	Výrobní podmínky		
				Příprava [min]	t_j [min]	t_c [min]
0010	Řezat materiál	CNC pila	14	20,0	12,0	188,0
0020	Soustružit	CNC soustruh	14	120,0	38,0	652,0
0030	Frézovat	Frézka	14	25,0	48,0	697,0
0040	Soustružit	Soustruh	14	30,0	14,5	233,0
0050	Vrtat	Vrtačka	14	5,0	12,0	173,0
0060	Montáž	Montážní dílna	14	10,0	60,0	850,0
Celkové časy pro 14 ks				210,0	184,5	2793,0

4.1 Soustružení na CNC soustruhu

Operace č. 0020	CNC soustruh HYUNDAI – KIA SKT 25	Výrobní podmínky		
		f_{ot}/f_z [mm]	v_c [m·min ⁻¹]	a_p [mm]
1	Upnout do sklíčidla	-	-	-
2	Zarovnat čelo	0,50	120	2,0
3	Ø 115,2 – hrubovat	0,22	120	2,5
4	Ø 68,2 – hrubovat	0,50	120	2,0
5	Vrtat Ø 24	0,08	80	-
6	Ø 25 – na čisto	0,18	85	0,5
7	Podepřít koníkem	-	-	-
8	Soustružit kapsu	0,06	90	7,5
9	Ø 81 – hrubovat	0,22	120	2,5
10	Profil příruby na čisto	0,16	130	0,1
11	Otočit	-	-	-
12	Zarovnat čelo	0,22	120	2,0
13	Ø 115,2 – hrubovat	0,22	120	2,5
14	Ø 68,2 – hrubovat	0,22	120	2,5
15	Vrtat Ø 24	0,08	80	-
16	Ø 25 – na čisto	0,18	85	0,5
17	Podepřít koníkem	-	-	-
18	Soustružit kapsu	0,06	90	7,5
19	Ø 81 – hrubovat	0,22	120	2,5
20	Profil příruby na čisto	0,16	130	0,1

4.2 Frézování

Operace č. 0030	Frézka TOS FGU 32	Výrobní podmínky		
		f_{ot}/f_z [mm]	v_c [m·min ⁻¹]	a_p [mm]
1	Upnout do svěráku	-	-	
2	Frézovat 1. plochu	0,04	23	4,0

3	Otočit	-	-	-
4	Frézovat 2. plochu	0,04	23	4,0
5	Otočit	-	-	-
6	Frézovat 3. plochu	0,04	23	4,0
7	Otočit	-	-	-
8	Frézovat 4. plochu	0,04	23	4,0
9	Navrtat střed	-	-	-
10	Vrtat 4 x Ø 8,5	0,03	16	-
11	Otočit	-	-	-
12	Vrtat 4 x Ø 8,5	0,03	16	-

4.3 Soustružení

Operace č. 0040	Soustruh SU50A	Výrobní podmínky		
		f_{ot}/f_z [mm]	v_c [m·min ⁻¹]	a_p [mm]
1	Upnout na lící desku	-	-	-
2	Vrtat Ø 31,5	0,10	15	-
3	Vnitřní Ø 44	0,05	60	3,2
4	Vnitřní Ø 50,8	0,22	120	2,0
5	Díra na čisto z 1. strany	0,16	130	0,5
6	Otočit	-	-	-
7	Vnitřní Ø 44	0,05	60	3,2
8	Vnitřní Ø 50,8	0,22	120	2,0
9	Díra na čisto z 2. strany	0,16	130	0,5

4.4 Vrtání

Operace č. 0050	Vrtačka VR4	Výrobní podmínky		
		f_{ot}/f_z [mm]	v_c [m·min ⁻¹]	a_p [mm]
1	Upnout do svěráku	-	-	-
2	Vrtat 4 x Ø 14	0,09	14	-
3	Otočit	-	-	-

4	Vrtat 4 x Ø 14	0,09	14	-
5	Otočit	-	-	-
6	4 x náběhová hrana	0,10	4,8	-
7	4 x závit M10	1,50	2,5	-
8	Otočit	-	-	-
9	4 x náběhová hrana	0,10	4,8	-
10	4 x závit M10	1,50	2,5	-

5 Návrh nového technologického postupu výroby

Nový postup výroby průhledítka vychází ze stávajícího postupu. Změny jsou provedeny v postupu výroby na CNC soustruhu, tedy při úvodní obráběcí operaci. Další změna je zaměřena na volbu obráběcích strojů, kdy se sjednotí frézování a vrtání na jeden stroj. S pomocí tohoto nového návrhu technologického postupu výroby je možno dosáhnout zkrácení výrobních časů při obrábění součásti (tělesa průhledítka) a tím snížit výrobní náklady na celou sestavu průhledítka.

5.1 Popis návrhu produktivnější technologie

Zproduktivnění výroby by mělo zajistit přesunutí frézovacích a vrtacích operací na CNC frézovací centrum ZPS MCFV 125 EZ (obr. 34). Ostatní stroje a nástroje zůstávají totožné jako ve stávajícím technologickém postupu, nástroje pro CNC frézovací centrum volím z nástrojového parku firmy Armatury KLAD s.r.o.

5.2 Volba strojů pro produktivnější výrobu

Stroje pro zproduktivnění výroby tělesa průhledítka zůstávají totožné se stávajícími technologiemi výroby, krom frézky TOS Olomouc FGU 32 a vrtačky Kovosvit MAS VR4. Z čehož vyplývá, že dělení materiálu se provede na CNC pile PEGAS. Úvodní obráběcí operace, byť mírně pozměněná se uskuteční opět na CNC soustruhu HYUNDAI-KIA SKT 25, poté se kus bude obrábět na frézovacím centru, které nese označení ZPS MCFV 125 EZ, kde se vyrobí jak frézovací, tak vrtací operace, čímž se mírně pozmění také soustružení na klasickém soustruhu SU50A. Toto soustružení je poslední opravdu obráběcí operací. Po něm totiž následuje opět pouze odjehlení tělesa a následná montáž finálního výrobku – průhledítka.

5.2.1 Soustružení na CNC

Stejně jako ve stávající technologii výroby průhledítka začíná i tento postup obráběním na CNC soustruhu HYINDAI-KIA SKT 25. Změna je v průběhu výroby. Inovace spočívá v tom, že v produktivnějším postupu výroby se zároveň čelo, následně vyvrtá díra do poloviny a poté se obrábí čelo, čímž zkrátíme obráběcí dráhy. Další změna spočívá v tom, že vnější profil se nebude obrábět na poloviny, jako doposud, nýbrž se nejprve udělá z jedné strany „kapsa“, ze které se rozjede na po celé možné délce (94,5 mm) vybrání hrubovacím nožem na nejmenší daný průměr pro frézování, což je 81 mm. Druhá kapsa se udělá po otočení kusu. Tímto postupem také ušetříme čas potřebný pro výrobu průhledítka na tomto výrobním stanovišti. Rozdíl je také ve výrobě díry, kdy se dokončí až na samotný závěr. Jinak je nový postup stejný jako stávající.

5.2.2 Frézování na CNC

Tato operace nahrazuje frézování a vrtání na konvenčních strojích. Postup na frézovacím centru je následující. Jako úvodní nástroj je použita VBD fréza průměru 80 mm. Napřed se kus upne za přírubu do děličky a podepře se. Poté se vyfrézuje plocha 48x65 mm z průměru 81 mm, následně se kus otočí o 90° a poté se vyfrézuje plocha 65x65 mm. Následuje opět otočení o 90° a ofrézování plochy 48x65 mm a na závěr pootočení o 90° pomocí děličky a vyfrézování poslední plochy 65x65 mm. Tím je obroben kompletní čtyřhran, po němž následuje výměna nástroje. Dalším nástrojem je plátkový vrták průměru 31,5 mm, kterým vyvrtáme díru skrz, která má střed uprostřed plochy 65x65 mm. Následuje další výměna nástroje, nyní za další vrták, průměru 8,5 mm, který je monolitní. Tímto vrtákem se vytvoří 4 díry se středem ležícím na roztečné kružnici 65 mm, která má totožný střed jako již vyvrtaná díra průměru 31,5 mm. Po tomto kroku následuje otočení kusu v děličce o 180° a stejně jako v předchozím případě se vyrobí 4 díry. Přichází na řadu výměna nástroje, vrtáku za zahlubovací vrták. Ten vytvoří náběhovou hranu na všech 4 dírách. Poté i tento nástroj zajede do výměny a do hry přichází závitník M10, který vytvoří závit ve všech 4 předvrtaných dírách. Další krok je opětovné otočení v děličce o 180° a výroba náběhové hrany a závitu i ve zbývajících dírách. Dále se kus vyjme z děličky a upne do svěráku za přírubu a vymění se nástroj. Závěrečným nástrojem je monolitní vrták průměru 14 mm, kterým se vyvrtají 4 díry na roztečném průměru 85 mm. Kus se opět vyjme a poté upne za již hotovou přírubu a vyvrtají se 4 díry na druhé přírubě, což uzavírá obráběcí operace na tělese průhledítka.

5.3 CNC frézování

5.3.1 Proces frézování

Jedná se o metodu obrábění, při které se část obráběného materiálu (tříska) odebírá břitý rotujícího nástroje (frézy). Posuv koná většinou obrobek, ovšem může jej konat také nástroj. U moderních strojů (jako je toto frézovací centrum) jsou posuvové pohyby plynule měnitelné a mohou se konat ve všech směrech. Na CNC frézovacích centrech se dá nejen frézovat, ale také vyvrtávat, vrtat, vystružovat či dělat závit. [4]

5.3.2 Výrobní stroj

CNC frézovací centrum, které nese označení ZPS MCFV 125 EZ (obr. 34) nahrazuje dva stroje ze stávajícího technologického postupu výroby průhledítka, frézku a vrtačku. Díky využití toho stroje můžeme použít vyšší řezné rychlosti. Nevýhodou je delší čas přípravy, z důvodu vytvoření programu nutného pro obrábění. Tento čas, který je navíc oproti původnímu postupu, se ovšem při zadaném počtu kusů vyplatí, neboť se výrazně sníží výrobní čas na jeden kus.



Obr. 34 Frézovací CNC centrum

Tabulka 5.2.1 Rozměry CNC frézovacího centra [1]

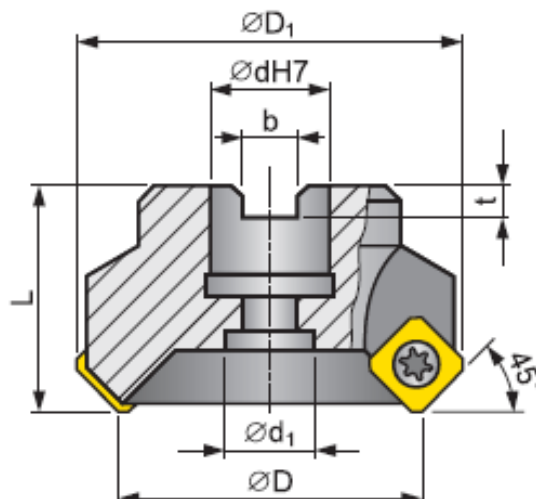
Rozměry			
Délka	Šířka	Výška	Hmotnost
L [mm]	B [mm]	H [mm]	m [kg]
6300	3700	3600	10000
Výkonnostní parametry			
Celkový příkon stroje [kW]			38
Maximální hmotnost obráběného kusu [kg]			700
Délka pojezdu osy X [mm]			1270
Délka pojezdu osy Y [mm]			610
Délka pojezdu osy Z [mm]			760
Maximální otáčky vřetene [1/min]			6000
Rozměry pracovního stolu	Délka [mm]	1270	
	Šířka [mm]	600	

5.3.3 Výrobní nástroje

Nástroje zde vyjmenované jsou z nástrojového parku firmy Armatury KLAD s.r.o. Jedná se o VBD frézu průměru 80 mm, o plátkový vrták Pramet průměru 31 mm, dále o závitník M10. Nově přidané nástroje, které nyní v nástrojovém parku podniku nefigurují, jsou monolitní vrtáky značky Pramet, průměrů 8,5 mm a 14 mm, závitník M10.

5.3.3.1 Fréza

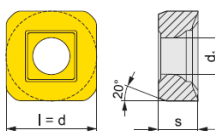
Jedná se o čelní válcovou frézu s výměnnými břitovými destičkami, značky Pramet. Označení frézy je 80A06R-S45SN12Z-C (obr. 35). Tato fréza má opět větší průměr, než je šířka plochy, kterou chceme frézou obrábět. Plátky pro tuto frézu jsou označovány SNMT 1205AZSR-R (obr. 36), těchto destiček je na fréze celkově 6. Fréza byla zvolena stejného průměru jako klasická HSS fréza ve stávajícím postupu.



Obr. 35 VBD fréza [29]

Rozměry frézy [29]:

- $D = 80 \text{ mm}$
- $dH7 = 27 \text{ mm}$
- $D_1 = 95 \text{ mm}$
- $d_1 = 38 \text{ mm}$
- $L = 50 \text{ mm}$
- $b = 12,4 \text{ mm}$
- $t = 7,0 \text{ mm}$
- $z = 6$



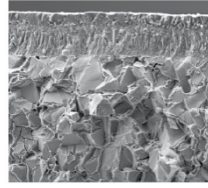
Obr. 36 Destičky pro frézu [29]

Rozměry destičky [29]:

- $l = 12,7 \text{ mm}$
- $d = 12,7 \text{ mm}$
- $s = 5,56 \text{ mm}$
- $d_1 = 5,2 \text{ mm}$

Označení povlakovaného materiálu: M9340 (obr. 37)

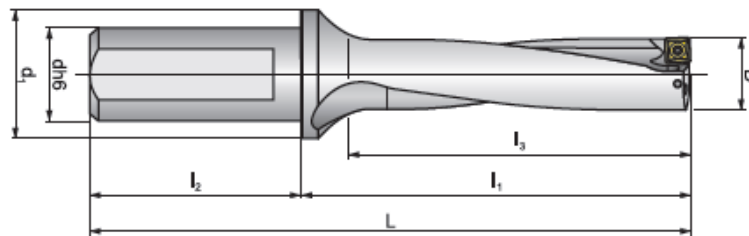
Tento materiál se vyznačuje střední velikostí zrna s vysokým obsahem Kobaltu, jakožto pojící fáze. Jedná se o tenký povlak, aplikovaný metodou MT-CVD, s unikátní kombinací vrstev TiCN a Al_2O_3 . Díky vysokému obsahu Kobaltu je povlak 9340 nejhouževnatější z řady povlaků M9300 značky Pramet, jedná se o první volbu pro obrábění korozivzdorných ocelí.



Obr. 37 Mikrostruktura M9340 [29]

5.3.3.2 Vrták

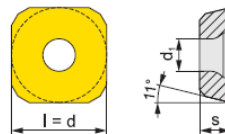
4D vrták průměru 31 mm, který je plátkový, je taktéž od firmy Pramet. Tímto vrtákem se vyvrtá díra skrz těleso průhledítka. Označení vrtáku je 804D-31-124-S32 (obr. 38). Na tomto vrtáku jsou použity dva typy druhů plátků, středový plátek má označení XPET 0903AP (obr. 39), obvodové VBD mají označení SCET 09 T0308-UD (obr. 41).



Obr. 38 Plátkový vrták Ø 31 [28]

Rozměry vrtáku [28]:

- $L = 209 \text{ mm}$
- $l_1 = 149 \text{ mm}$
- $l_2 = 60 \text{ mm}$
- $l_3 = 132 \text{ mm}$
- $dh6 = 32 \text{ mm}$
- $d_1 = 42 \text{ mm}$



Obr. 39 Středový plátek pro plátkový vrták [28]

Rozměry středové destičky [28]:

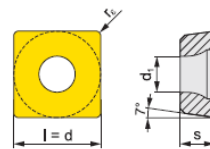
- $l = 9,5 \text{ mm}$
- $d = 9,525 \text{ mm}$
- $s = 3,18 \text{ mm}$
- $d_1 = 3,5 \text{ mm}$

Označení povlakovaného materiálu: D8345 (obr. 40)

Jedná se o univerzální materiál pro vnitřní destičku, který má vysoký obsah Kobaltu. Vyniká svou dobrou provozní spolehlivostí v kombinaci s použitím pro celé spektrum materiálů.



Obr. 40 Mikrostruktura D8345 [30]



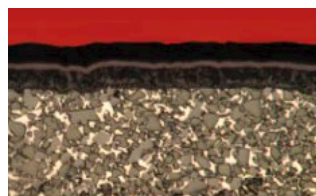
Obr. 41 Obvodový plátek pro plátkový vrták [28]

Rozměry obvodové destičky [28]:

- $l = 9,5 \text{ mm}$
- $d = 9,525 \text{ mm}$
- $s = 3,18 \text{ mm}$
- $d_1 = 3,5 \text{ mm}$
- $r_e = 0,8 \text{ mm}$

Označení povlakovaného materiálu: D9335 (obr. 42)

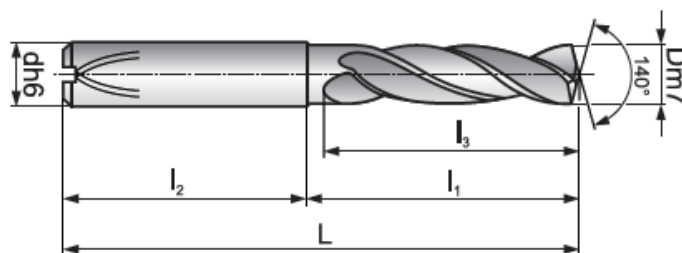
Tento materiál se vyznačuje poměrně vysokým obsahem Kobaltu, jakožto pojící fáze. Použit je tenký povlak, aplikovaný metodou MT-CVD, s unikátní kombinací vrstev TiCN a Al_2O_3 . Vhodný pro materiály tříd P, M a K.



Obr. 42 Mikrostruktura D9335 [30]

5.3.3.3 Vrták

Tímto vrtákem se vyrobí díra průměru 8,5 mm, do které se následně pomocí strojního závitníku (který je popsán v dalším bodě), vyrobí závit. Jedná se o monolitní vrták (obr. 43) značky Pramet, jenž je označen 303DA-8,5-35-A10-M.



Obr. 43 Monolitní vrták [30]

Rozměry vrtáku [30]:

- $Dm7 = 8,5 \text{ mm}$
- $L = 89 \text{ mm}$
- $l_1 = 49 \text{ mm}$
- $l_2 = 40 \text{ mm}$
- $l_3 = 47 \text{ mm}$
- $dh6 = 10 \text{ mm}$

5.3.3.4 Strojní závitník

Jedná se o nástroj, kterým se na průhledítce vyrobí metrický závit M10, do něhož se při montáži zašroubují závrtné šrouby. Tento závitník má označení EX00TINM10 (obr. 44) a je značky DormerPramet.



Obr. 44 Strojní závitník [25]

Rozměry závitníku [25]:

- $P = 1,5 \text{ mm}$
- $z = 3$
- $d_2 = 10 \text{ mm}$
- $l_1 = 100 \text{ mm}$
- $l_2 = 15 \text{ mm}$
- $l_3 = 11 \text{ mm}$
- $l_4 = 39 \text{ mm}$
- $a = 8 \text{ mm}$

5.3.3.5 Vrták

Tento závěrečný vrták je použit pro výrobu otvorů na přírubách průhledítka, pomocí kterých se pak tyto armatury zapojují do potrubního systému. Tento vrták (obr. 43) je stejně jako předchozí monolitní, taktéž od výrobce Pramet. Jeho označení je totožné, až na průměr, který je v tomto případě 14 mm. Je tedy označen 03DA-14,0-35-A10-M.

Rozměry vrtáku [30]:

- $D_{m7} = 14 \text{ mm}$
- $L = 107 \text{ mm}$
- $l_1 = 62 \text{ mm}$
- $l_2 = 45 \text{ mm}$
- $l_3 = 60 \text{ mm}$
- $dh_6 = 14 \text{ mm}$

5.3.3.6 Záhlubník

Tento nástroj je již použit ve stávajícím postupu výroby, více o něm je zmíněno v bodě 3.6.3.2.

6 Nově navržený technologický postup výroby

Operace č.	ID název	Pracoviště/ Stroj	Množství [ks]	Výrobní podmínky		
				Příprava [min]	t_j [min]	t_c [min]
0010	Řezat materiál	CNC pila	14	20,0	12,0	188,0
0020	Soustružit	CNC soustruh	14	120,0	36,0	624,0
0030	Frézovat	CNC frézovací centrum	14	120,0	12,0	288,0
0040	Soustružit	Soustruh	14	30,0	11,0	184,0
0050	Montáž	Montážní dílňa	14	10,0	60,0	850,0
Celkové časy pro 14 ks				300,0	131,0	2134,0

6.1 Soustružení na CNC soustruh

Operace č. 0020	CNC soustruh HYUNDAI – KIA SKT 25	Výrobní podmínky		
		f_{ot}/f_z [mm]	v_c [m·min ⁻¹]	a_p [mm]
1	Upnout do sklíčidla	-	-	-
2	Zarovnat čelo	0,50	120	2,0
3	Vrtat Ø 24	0,08	80	-
4	Podepřít koníkem	-	-	-
5	Ø 115,2 – hrubovat	0,25	120	2,5
6	Ø 68,2 – hrubovat	0,25	120	2,5
7	Soustružit kapsu	0,06	90	8,0
8	Ø 81 – hrubovat	0,25	120	2,5

9	Profil příruby na čisto	0,16	130	0,1
10	Ø 25 – na čisto	0,18	85	0,5
11	Otočit	-	-	-
12	Zarovnat čelo	0,50	120	2
13	Vrtat Ø 24	0,08	80	-
14	Podepřít koníkem	-	-	-
15	Ø 115,2 – hrubovat	0,25	120	2,5
16	Ø 68,2 – hrubovat	0,25	120	2,5
17	Soustružit kapsu	0,06	90	8,0
18	Profil příruby na čisto	0,16	130	0,1
19	Ø 25 – na čisto	0,18	85	0,5

6.2 Frézování na CNC centru

Operace č. 0030	CNC frézovací centrum	Výrobní podmínky		
		f_{ot}/f_z	v_c	a_p
		[mm]	[m·min ⁻¹]	[mm]
1	Upnout do děličky	-	-	-
2	Frézovat 1. plochu	0,12	120	4,0
3	Otočit	-	-	-
4	Frézovat 2. plochu	0,12	120	4,0
5	Otočit	-	-	-
6	Frézovat 3. plochu	0,12	120	4,0
7	Otočit	-	-	-
8	Frézovat 4. plochu	0,12	120	4,0
9	Vrtat Ø 31	0,18	135	-
10	Vrtat 4 x Ø 8,5	0,03	80	-
11	Náběhová hrana	0,10	5	-
11	Otočit	-	-	-
12	Vrtat 4 x Ø 8,5	0,03	80	-
13	Náběhová hrana	0,10	5	-
14	4x závit M10	1,50	2,5	-
15	Otočit	-	-	-
16	4x závit M10	1,50	2,5	-

17	Otočit	-	-	-
18	Vrtat 4 x Ø 14	0,09	60	-
19	Otočit	-	-	-
20	Vrtat 4 x Ø 14	0,09	60	-

6.3 Soustružení

Operace č. 0040	Soustruh SU50A	Výrobní podmínky		
		f_{ot}/f_z [mm]	v_c [m·min ⁻¹]	a_p [mm]
1	Upnout na lící desku	-	-	-
2	Vnitřní Ø 44	0,05	60	3,2
3	Vnitřní Ø 50,8	0,22	120	2,0
4	Díra na čisto z 1. strany	0,16	130	0,5
5	Otočit	-	-	-
6	Vnitřní Ø 44	0,05	60	3,2
7	Vnitřní Ø 50,8	0,22	120	2,0
8	Díra na čisto z 2. strany	0,16	130	0,5

7 Technicko - ekonomické zhodnocení

Cílem této kapitoly je vyčíslení nákladů, které jsou zapotřebí pro výrobu zadaná součásti – průhledítka. Jedná se o technicko – ekonomické zhodnocení stávající technologie výroby vůči nově navržené technologii. Strojní časy a taktéž přípravné časy současného stavu výroby byly dodány firmou Armatury KLAD s.r.o. Pro inovativní výrobu byly časy vypočteny dle mnou navržených řezných parametrů v kombinaci se zkušenostmi obsluhy jednotlivých strojů.

Hodinové taxy jednotlivých pracovišť byly použity dle hodnot zadaných firmou.

Do nově navrženého technologického postupu je nutno započíst nově navržené nástroje, které nyní firma ve svém nástrojovém parku nemá. Jedná se o monolitní vrtáky Ø 8,5 mm a Ø 14 mm. Vrták Ø 8,5 mm stojí 1600 Kč, větší vrták Ø 14 stojí 3300Kč. [31]

Celkové náklady na nově navržené nástroje se tedy rovnají hodnotě 4900 Kč.

7.1 Současná technologie výroby

CNC pila PEGAS

Hodinová sazba: 816 Kč/hod

Přípravný čas: 20 min = 0,33 hod

Výrobní čas 1 kusu: 12 min = 0,2 hod

Počet kusů: 14

Celkový čas pro výrobu 1 kusu:

přípravný čas + výrobní čas 1 kusu = 20 + 12 = 32 min = 0,53 hod

Výrobní náklady pro 1 kus:

celkový čas pro výrobu 1 kusu · hodinová sazba = 0,53 · 816 = 435,2 Kč

Celkový čas pro výrobu 14 kusů:

přípravný čas + výrobní čas 1 kusu · počet kusů = 20 + 12 · 14 = 188 min = 3,13 hod

Výrobní náklady pro 14 kusů:

celkový čas pro výrobu 14 kusů · hodinová sazba = 3,13 · 816 = 2556,8 Kč

Stejným postupem byly vypočítány dané hodnoty u všech ostatních operací jak u stávajícího, tak nově navrženého technologického postupu výroby průhledítka.

CNC soustruh

Hodinová sazba: 1020 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 158 min = 2,63 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 2686 Kč

Výrobní čas 14 kusů: 652 min = 10,87 hod

Výrobní náklady pro 14 kusů: 11084 Kč

Frézka

Hodinová sazba:	918 Kč/hod
Výrobní čas 1 kusu:	73 min = 1,22 hod
Výrobní náklady pro 1 kus:	1116,9 Kč
Výrobní čas 14 kusů:	697 min = 11,62 hod
Výrobní náklady pro 14 kusů:	10664,1 Kč

Soustruh

Hodinová sazba:	918 Kč/hod
Výrobní čas 1 kusu:	44,5 min = 0,74 hod
Výrobní náklady pro 1 kus:	680,9 Kč
Výrobní čas 14 kusů:	233 min = 3,88 hod
Výrobní náklady pro 14 kusů:	3564,9 Kč

Vrtačka

Hodinová sazba:	918 Kč/hod
Výrobní čas 1 kusu:	17 min = 0,28 hod
Výrobní náklady pro 1 kus:	260,1 Kč
Výrobní čas 14 kusů:	173 min = 2,88 hod
Výrobní náklady pro 14 kusů:	2646,9 Kč

Montáž

Hodinová sazba:	867 Kč/hod
Výrobní čas 1 kusu:	70 min = 1,17 hod
Výrobní náklady pro 1 kus:	1011,5 Kč
Výrobní čas 14 kusů:	850 min = 14,17 hod
Výrobní náklady pro 14 kusů:	12282,5 Kč

Finanční zhodnocení

Celkové výrobní náklady pro 1 kus: 6190,6 Kč

Celkové výrobní náklady pro 14 kusů: 42799,2 Kč

7.2 Nově navržená technologie výroby**CNC pila PEGAS**

Hodinová sazba: 816 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 32 min = 0,53 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 435,2 Kč

Výrobní čas 14 kusů: 188 min = 3,13 hod

Výrobní náklady pro 14 kusů: 2556,8 Kč

CNC soustruh

Hodinová sazba: 1020 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 156 min = 2,6 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 2652 Kč

Výrobní čas 14 kusů: 624 min = 10,4 hod

Výrobní náklady pro 14 kusů: 10608 Kč

Frézovací centrum

Hodinová sazba: 1020 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 132 min = 2,2 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 2244 Kč

Výrobní čas 14 kusů: 288 min = 4,8 hod

Výrobní náklady pro 14 kusů: 4896 Kč

Soustruh

Hodinová sazba:	918 Kč/hod
Výrobní čas 1 kusu:	41 min = 0,69 hod
Výrobní náklady pro 1 kus:	627,3 Kč
Výrobní čas 14 kusů:	184 min = 3,07 hod
Výrobní náklady pro 14 kusů:	2815,2 Kč

Montáž

Hodinová sazba:	867 Kč/hod
Výrobní čas 1 kusu:	70 min = 1,17 hod
Výrobní náklady pro 1 kus:	1011,5 Kč
Výrobní čas 14 kusů:	850 min = 14,17 hod
Výrobní náklady pro 14 kusů:	12282,5 Kč

Finanční zhodnocení

Celkové výrobní náklady pro 1 kus:	6970,0 Kč
Celkové výrobní náklady pro 14 kusů:	33158,5 Kč

Finanční zhodnocení včetně nových nástrojů

Celkové výrobní náklady pro 1 kus:	11870,0 Kč
Celkové výrobní náklady pro 14 kusů:	38058,5 Kč

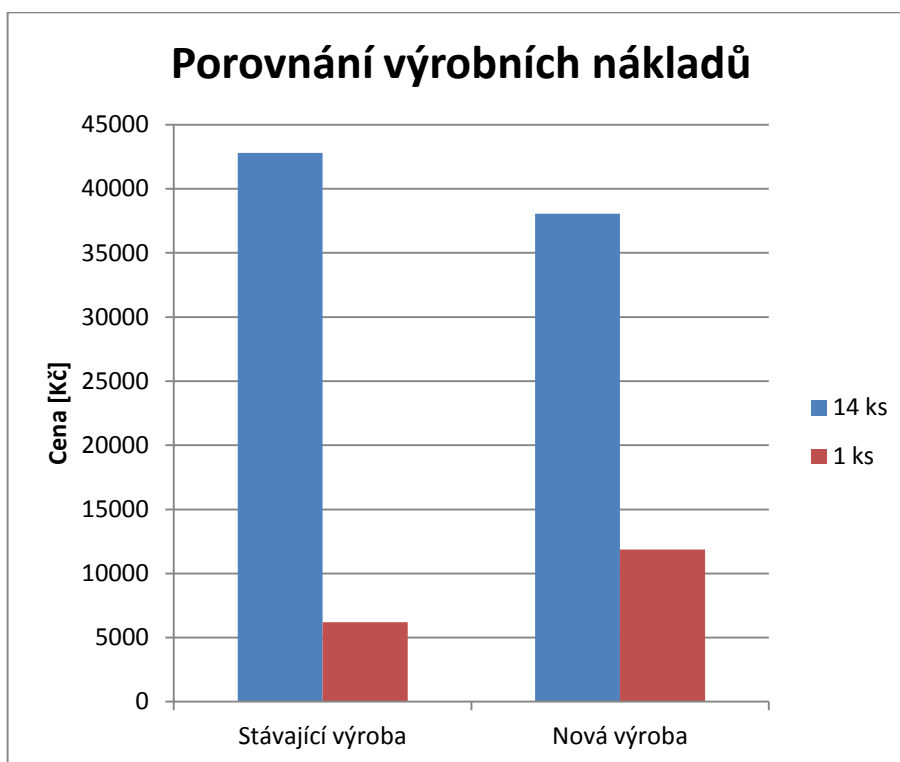
7.3 Závěr technicko – ekonomického zhodnocení

Změny provedené v technologickém postupu měly za následek snížení výrobních nákladů, ovšem jak je dle grafu 1 patrné, tak se nový postup nevyplatí pouze pro výrobu jednoho kusu, nýbrž pro více kusů.

Bod zlomu, kdy se tento nově navržený postup vyplatí, byl zjištěn při výrobě 9 a více kusů. Do tohoto množství je ekonomicky výhodnější výroba průhledítka dle stávající technologie výroby.

Tento závěr vyplývá z toho, že v nově navrženém postupu jsou delší přípravné časy (v důsledku naprogramování CNC frézovacího centra) a také jsou pro tuto výrobu navrženy nové nástroje.

Graf 1 Ekonomické srovnání výrobních postupů



Z grafu 2 lze lehce vypočíst finanční úspora pro jeden kus, při započítání nových nástrojů. Tento graf také jasně ukazuje, že navržená výroba je levnější, než-li výroba současná.

Výpočet úspory

Cena za 1 ks

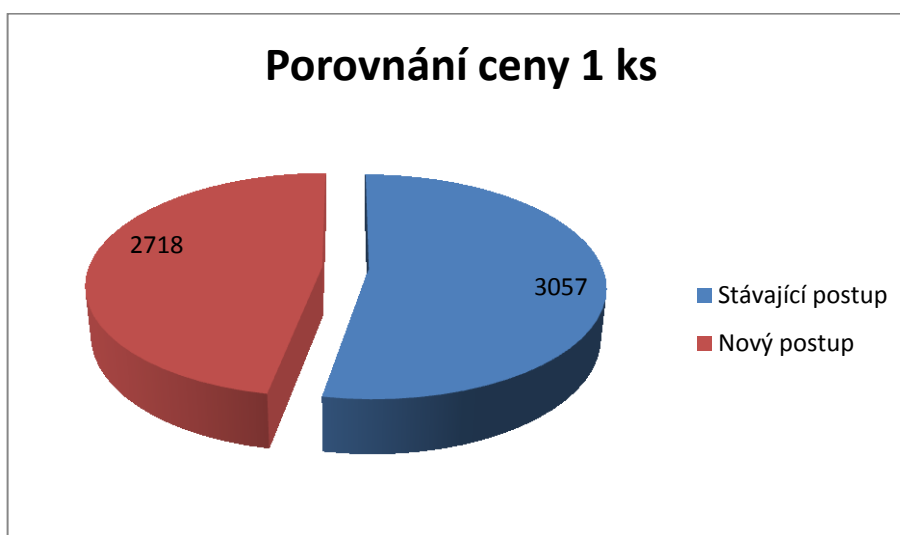
Cena stávající výroby $14\text{ks}/14 = 42799,2/14 \doteq 3057 \text{ Kč}$

(Cena navržené výroby 14ks + nové nástroje)/14 = $(33158,5 + 4900)/14 \doteq 2718 \text{ Kč}$

Cena za stávající 1ks – cena za navržený 1ks = $3057 - 2718 = 339 \text{ Kč}$

Finanční úspora na 1ks při výrobě 14ks je tedy 339 Kč.

Graf 2 Ekonomické srovnání ceny 1 kusu



Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout nový technologický postup výroby průhledítka tak, aby výroba byla efektivnější. Zefektivnění výroby je uskutečněno zkrácením výrobních časů, což také snižuje výrobní náklady.

Pro tuto bakalářskou práci byla zadána dávka 14 kusů. Nově navržený postup vychází ze stávajícího postupu, který je používán pro výrobu průhledítka v podniku Armatury KLAD s.r.o.

Nově navržený postup pro tuto dávku je jak levnější, tak rychlejší. Zrychlení je dosaženo díky nově navrženému stroji (frézovací CNC centrum), který nahrazuje dva konvenční stroje ze stávajícího postupu (frézku a vrtačku). Na snížení výrobních časů mají také nezanedbatelný význam nově navržené nástroje, kterými se obrábí na výše zmíněném frézovacím centru. Fréza a vrták průměru 31 mm jsou již v nástrojovém parku podniku, ovšem monolitní vrtáky jsou nově zařazeny do výrobního procesu. Jejich nákupní cena se ovšem vyplatí již při výrobě těchto 14 kusů průhledítek z nerezové oceli. Tyto nástroje je samozřejmě možno použít i pro výroby jiných součástí, ovšem jejich cenu jsem započítal pouze do výrobních nákladů tohoto produktu.

Úspora na jednom kusu při zadané výrobní dávce (14 kusů) byla vypočtena na 339 Kč.

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat zaměstnancům firmy ARMATURY KLAD s.r.o., kteří mi pomohli svými odbornými názory a také poskytli veškeré informace pro vypracování bakalářské práce.

Mé díky také patří vedoucímu bakalářské práce prof. Dr. Ing. Josefu Brychtovi z katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie VŠB – TU Ostrava za poskytnutí konzultací a odborného řízení této práce.

Použitá literatura

- [1] BRYCHTA, Josef. *Obrábění I: Návod pro cvičení 1. část*. Ostrava: VŠB-TUO Ostrava, 2004. ISBN 80 – 248 – 0576 – 6.
- [2] BRYCHTA, Josef. *Obrábění I: Návod pro cvičení 2. část*. Ostrava: VŠB-TUO Ostrava, 2004. ISBN 80 – 7078 – 470 – 9.
- [3] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II – 2. díl*. Ostrava: Ediční středisko VŠB – TU Ostrava, 2008. s. 150. ISBN 978 – 80 – 248 – 1822 – 1.
- [4] HUMÁR, A. *Technologie I (Technologie obrábění – 1. část)*. Brno: VUT Brno, 2003. 138 s.
- [5] HUMÁR, A. *Technologie I (Technologie obrábění – 2. část)*. Brno: VUT Brno, 2004. s. 95.
- [6] Interní materiály firmy ARMATURY Klad s.r.o
- [7] Značení ocelí. *BAHR* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: http://bahr.kahstudio.cz/met_mat.php
- [8] Specifikace materiálů. *Armat* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.armat.cz/pdf/specifikace-nerezovych-oceli-chemicke-slozeni.pdf>
- [9] Chemické složení. *FluidBohemia* [online]. 2015 [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: http://www.fluidbohemia.cz/resources/upload/data/1045_typove_rady.pdf
- [10] Specifikace materiálů. *Bolzano* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: http://www.bolzano.cz/cz/technicka-podpora/technicka-prirucka/vyroby-z-korozivzdornych-a-zaruvzdornych-oceli/vyroby-z-oceli-korozivzdornych/materialove-listy/x2crni19-11-austeniticke?searched=X2CrNi+19-11&advsearch=oneword&highlight=ajaxSearch_highlight+ajaxSearch_highlight1+ajaxSearch_highlight2
- [11] Nerezová ocel 1.4306. *INOXspol* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.inoxspol.cz/nerezova-ocel-14306.html>

- [12] CNC pila. *Pegas-Gonda* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: http://www.pegas-gonda.cz/cz/pily/350x400-h-a-cnc_26.htm
- [13] US735. *Mitsubishi carbide* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.mitsubishicarbide.com/mmus/catalog/pdf/la/la033a.pdf>
- [14] Turning. *Seco tools* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: https://www.secotools.com/CorpWeb/Products/Turning/Thread_turning/thread_turning_brochure_english.pdf
- [15] Drilling. *Mitsubishi carbide* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: http://www.mitsubishicarbide.com/mmc/en/product/pdf/catalog/c006b_n.pdf
- [16] Frézka. *TOS-Olomouc* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.tos-olomouc.cz/oc-cz/vyrobní-program/univerzální-produkce-frezky/konzolová-frezka-fgu-32/>
- [17] Nástroje. *HH-nástroje* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.hh-nastroje.cz/soubory/10cz.pdf>
- [18] Středící vrták. *Kovonástroje* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.kovonastroje.cz/Nastroje-pro-kovoobrabeni/Vrtani/Stredici-vrtaky-navrtavaky/Vrtak-stredici-A-tvrdokovovy.html>
- [19] HSS vrták. *Arbe* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.arbe.cz/vrtak-do-nerezove-oceli-hss-cobalt-8-5-x-75-x-117-mm-cyl-10502562/>
- [20] Schéma vrtáku. *Stimzet* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.stimzet.cz/images/vrtak-schema.gif>
- [21] Soustruh. *Stroje-Heinc* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.stroje-heinc.cz/search/su50a>
- [22] Schéma vrtáku. *Stimzet* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.stimzet.cz/images/csn221482g.gif>
- [23] HSS vrták. *FALTI* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.falti.cz/315-mm-vrtak-do-kovu-kobaltovy-s-kuzelovou-stopkou-hssco-5-csn-221143/d-79081/>

- [24] HSS vrták. *FALTI* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.falti.cz/140-mm-vrtak-do-kovu-kobalt-hss-co-5-vybrusovany-din338ti-zesilene-jadro-samostredici-spicka/d-70889/>
- [25] Katalog DORMER. *DORMET-Pramet* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: http://www.dormerpramet.com/downloads/dorcatalogue2015_v5_en.pdf
- [26] Závity. *HH-nástroje* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.hh-nastroje.cz/soubory/9cz.pdf>
- [27] Přímá bruska. *Nářadí-online* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.naradionline.cz/products/w500jpg/ggs-28-ce.jpg>
- [28] Katalog Soustružení 2014. [online]. [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/cz/ke-stazeni.html>
- [29] Katalog Frézování 2014. [online]. [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/cz/ke-stazeni.html>
- [30] Katalog Obrábění dřer 2014. [online]. [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/cz/ke-stazeni.html>
- [31] Ceny vrtáků. *Heureka.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.heureka.cz/>

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výkres tělesa průhledítka DN 25 PN 40

Příloha č. 2 – Výkres sestavy průhledítka DN 25 PN 40

Příloha č. 3 – Kusovník sestavy průhledítka DN 25 PN 40